

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-236724

(43) 公開日 平成4年(1992)8月25日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 1 D 11/00	1 0 1	8928-4K		
G 0 5 D 23/00		F 9132-3H		
23/19		H 9132-3H		

審査請求 未請求 請求項の数3(全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平3-2588

(22) 出願日 平成3年(1991)1月14日

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 渡辺 克己

茨城県鹿島郡鹿島町大字光3番地 住友金属工業株式会社鹿島製鉄所内

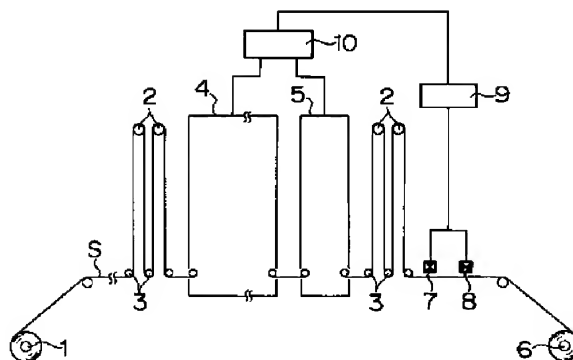
(74) 代理人 弁理士 永井 義久

(54) 【発明の名称】 連続熱処理ラインにおける温度制御方法

(57) 【要約】

【目的】 狙い通りの深絞り性を有する薄鋼板を製造するための熱処理ラインにおける温度制御方法を提供する。

【構成】 連続した薄鋼板Sが送出力1より上ロール2…群と下ロール3…群にと交互に掛けられ、つねに反転曲げを受け、ある程度のテンションを付与され、薄鋼板Sが上昇・下降しながら、加熱帯4および冷却帯5を進む過程で焼鈍が施される。巻取りロール6に前段において、r値測定装置7および結晶粒度測定装置8が設けられており、それら測定値を演算処理装置9が取り込んで、結晶粒度を基にr値が補正され、修正する必要がある加熱時間・加熱速度および冷却速度を調節器10を介してフィードバックして、加熱帯4および冷却帯5を制御するものである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 薄鋼板の塑性歪比をオンラインで測定し、このオンライン測定した塑性歪比をフィードバックさせて、加熱および冷却条件の少なくとも一方の条件を制御することを特徴とする連続熱処理ラインにおける温度制御方法。

【請求項2】 薄鋼板の結晶粒度をオンラインで測定し、このオンライン測定した結晶粒度をフィードバックさせて、加熱および冷却条件の少なくとも一方の条件を制御することを特徴とする連続熱処理ラインにおける温度制御方法。

【請求項3】 薄鋼板の塑性歪比と結晶粒度をオンラインで測定し、オンライン測定した塑性歪比をオンライン測定した結晶粒度を加味して補正し、この補正した塑性歪比をフィードバックさせて、加熱および冷却条件の少なくとも一方の条件を制御することを特徴とする連続熱処理ラインにおける温度制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、薄鋼板の連続熱処理ラインにおける温度制御方法に関し、低炭素鋼または極低炭素鋼からなる薄鋼板あるいは表面処理鋼板等の製造に際して、安定した深絞り性を保証するための薄鋼板製造用連続熱処理ラインにおける温度制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 たとえば自動車や家電製品用の薄鋼板は一般に、プレス成形によって深絞り加工が施されるため、所期の深絞り性を具備すべく連続焼鈍ラインや連続メッキライン等で熱処理が実施される。

【0003】 この深絞り性は、当該鋼板が伸ばされたときに生じる板幅方向の歪みと板厚方向の歪みとの比、いわゆる塑性歪比（ランクフォード値または r 値）によって一般的に評価されている。

【0004】 従来、この塑性歪比を測定するためには、本出願人が開示した特開平2-1574号公報に述べられているように、（1）引っ張り試験を行うことにより直接求める直接法、（2）試料を共振させることにより求めたヤング率から塑性歪比を推定する共振法、（3）X線回析によって特定結晶方位によって進路変更されるX線の強度から塑性歪比を求めるX線法、（4）超音波探傷法などがある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 かくして塑性歪比自体は測定できるが、実際の熱処理ラインの処理温度・処理速度の制御は、機械特性値すなわちオフラインでの引っ張り試験にて得られた絞りや伸び等を基に決定し、鋼板温度を測定して、その測定値を加熱温度や冷却速度にフィードバックして実施している。

【0006】 しかしながら、従来の温度制御には重大な問題点があった。すなわち、オフラインで測定した機械

特性値から経験的に求められた温度を基にして処理温度・処理速度を決定しているため、鋼板温度測定値をフィードバックさせても、狙いの特性値に対してバラツキを避けることができなかった。

【0007】 また、処理温度・処理時間の目安となる機械特性値が当該熱処理ラインだけの影響で決定されるものでないため、同様にバラツキが発生し、前工程で大幅な条件変動があった場合には、大量の不具合品の発生の恐れがあった。

【0008】 一方、前述のように、塑性歪比自体は測定できるものの、現在まで実際にオンラインで測定する試みはない。現実には前記直接法および共振法は測定に多大な手間がかかるとともに、そもそもオンライン測定には適していない。またX線法はオンライン測定が可能であるとしても、使用する装置が大規模となり、かつ測定精度を満足するためには10秒/回程度ごと塑性歪比を求める必要があり、実用性に欠ける。

【0009】 そこで、本発明者は、前記公報に開示された方法によりオンラインにて塑性歪比を測定することが有効であることを知見している。しかし、この測定した塑性歪比が実際の熱処理ラインでの処理温度・処理速度の制御に対して有効であるか否か不明であった。

【0010】 しかるに、実際に前記公報または特開昭64-83322号公報記載の超音波を利用した塑性歪比に基づいて熱処理ラインでの処理温度・処理速度の制御を行ったところ、予想以上の優れた効果が認められた。

【0011】 したがって、本発明の主たる課題は、薄鋼板の組成や前工程条件の影響を最小限度に抑制し、製造された薄鋼板の特性値のバラツキをなくすとともに、狙い通りの特性、主に深絞り性を有する薄鋼板の製造を可能とする連続熱処理ラインにおける温度制御方法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】 上記課題は、薄鋼板の塑性歪比をオンラインで測定し、このオンライン測定した塑性歪比をフィードバックさせて、加熱時間・加熱速度および冷却速度を制御することで解決できる。

【0013】 また、薄鋼板の結晶粒度をオンラインで測定し、このオンライン測定した結晶粒度をフィードバックさせて、加熱時間・加熱速度および冷却速度を制御することでも解決できる。

【0014】 さらに、より高品質な薄鋼板の製造が要求される場合、薄鋼板の塑性歪比と結晶粒度をオンラインで測定し、オンライン測定した塑性歪比をオンライン測定した結晶粒度を加味して補正し、この補正した塑性歪比をフィードバックさせて、加熱時間・加熱速度および冷却速度を制御することが望ましい。

【0015】

【作用】 前述したように、薄鋼板はその用途から深絞り性が良好であることが重要な性質であるので、引っ張り試験

における塑性歪比、すなわち、 r 値が大きい材料ほど深絞り性が優れている。平均 r 値と限界絞り比の関係を図 7 に示す。両者の間には極めて強い相関があり、 r 値が大きいほど限界絞り比が大きく、同一ブランクから深いカップを絞ることができることを表している。また、狙いの特性を実現すべく熱処理をする際に重要となるのが、処理温度である。この処理温度と r 値の関係を図 8 に示す。この図 8 によると、ある一定の温度以上温度を上げて、 r 値はさほど大きくなり、したがって、省エネの点からあるいは他の特性を得るためにも適正なる温度制御が必要となる。そこで、本発明によれば、薄鋼板の塑性歪比をオンラインで測定し、このオンライン測定した塑性歪比をフィードバックさせて、加熱時間・加熱速度および冷却速度を制御するものである。

【0016】一方、結晶粒度の影響としては、結晶粒径が小さくなるほど、降伏応力が上昇し、強度が上昇する。そこで、熱間加工で、加工度、加工速度、加工温度、終了温度さらにそれからの冷却速度を変化させることにより結晶粒度を変化させて強度を下げたり、上げたりすることが可能である。そこで、本発明によれば、薄鋼板の結晶粒度をオンラインで測定し、このオンライン測定した結晶粒度値をフィードバックさせて、加熱時間・加熱速度および冷却速度を制御するものである。他方、オンライン r 値計による測定値と実際の r 値との関係は、図 2 に示すように、誤差を避けられないが、結晶粒度値を加味して補正することにより、その誤差を最小限に抑えられることが判った。

【0017】そこで、本発明は、より品質精度を向上させたい場合には、薄鋼板の塑性歪比と結晶粒度をオンラインで測定し、オンライン測定した塑性歪比をオンライン測定した結晶粒度を加味して補正し、この補正した塑性歪比をフィードバックさせて、加熱時間・加熱速度および冷却速度を制御するものである。その結果、薄鋼板の組成や前工程条件の影響を最小限度に抑制し、製造された薄鋼板の特性値のバラツキをなくすことができ、狙い通りの特性を有する薄鋼板の製造することができる。

【0018】

【実施例】以下、本発明を図面に示す実施例によりさらに具体的に説明する。

【0019】図 1 は本発明の温度制御方法の一実施例を示す連続焼鈍ラインの概要図で、予めコイルリングされた連続薄鋼板 S が送出りル 1 より上ロール 2…群と下ロール 3…群にと交互に掛けられ、反転曲げを受け、ある程度のテンションを付与され、薄鋼板 S が上昇・下降しながら、加熱帯 4 および冷却帯 5 を進む過程で焼鈍がなされ、巻取りル 6 に巻取られる。この場合従来は、加熱帯 4 の加熱時間・加熱速度および冷却帯 5 の冷却速度は、オフラインで測定した機械特性値から経験的に求められた温度を基に設定されている。

【0020】本発明においては、冷却帯 5 を出た巻取り

ル 6 の前段において、 r 値測定装置 7 および結晶粒度測定装置 8 が設けられ、薄鋼板 S の r 値および結晶粒度がそれぞれオンライン測定される。

【0021】塑性歪比 (r 値) のオンライン測定方法としては、たとえば、特開平 2-1547 号または特開昭 64-83322 号公報に開示の方法を採用することができる。

【0022】すなわち、前者の方法は、圧延された薄鋼板中に、その板厚に対して十分低い周波数で発生させた速度分散性の十分少ない S₀ モードの超音波板波を、圧延方向と圧延方向に対して 45° だけ傾斜する方向と圧延方向に対して直交する方向との 3 方向に一定距離だけ伝播させ、その各伝播時間を測定し、その測定値を用いて薄鋼板の主要結晶方位成分を導出することにより塑性歪比の面内平均値 r を求める方法である。この場合、面内方位差 Δr も求めることができる。

【0023】具体的に、本実施例に用いる r 値測定装置 7 は、探触子 14 と信号処理装置 15 を基本構成要素としている。図 4 は r 値測定装置における探触子 14 を示す斜視図で、ホルダ 14a に設けた一対の倣いローラ 14b、14b 間の適宜位置に全ての送受信子 11a、11b、12a、12b、13a、13b が配置され、薄鋼板 S をローラ 14b、14b に倣わせつつ送受信子 11a、11b、12a、12b、13a、13b 上を摺動させて、これら送受信子 11a、11b、12a、12b、13a、13b の薄鋼板 S に対する位置決めおよび相互間の位置決めを行うようになっている。

【0024】次に、 r 値測定装置 7 の r 値測定原理を図 5 に沿って説明する。

【0025】50~55 は送受信子の構造を示しており、送受信子は磁石 50 にプローブコイル 51 が重なった構造となっており、プローブコイル 51 にパルス 52 よりパルス電流が印加されると薄鋼板表面に誘電電流が誘発され、それと磁石より発生する磁場との相互作用によりローレンツ力が発生する。プローブコイル 51 はその流れる電流が発生させる板波の波長を 1/2 毎に向きが変わるようになっており、前記ローレンツ力は結局、半波長毎に力の向きを 180° 変えて発生するため、この力により所定の波長の板波が発生する。発生した板波は薄鋼板中を伝播した後、受信側プローブコイル 51 によって同様の原理によって電気信号に変換された後、ブリアンプ 53 で増幅し、フィルタ 54 で所定の形に整形し、その後、時間測定器 55 でその伝播時間が測定される。勿論、この伝播時間の測定は、探触子 14 が図 4 のように構成されていることにより、圧延方向と圧延方向に対して 45° だけ傾斜する方向と圧延方向に対して直交する方向との 3 方向に一定距離だけ伝播させ、3 種類の伝播時間を測定される。探触子 14 により 3 種類の伝播時間が測定されると、そのデータは信号処理装置 15 に入力され、この信号処理装置 15 はそのデータを用い

て演算し、薄鋼板Sの結晶方位分布関数の展開係数を求めて、塑性歪比の面内平均値 r を換算するものである。

【0026】一方、結晶粒度のオンライン測定方法としては、たとえば、特開昭63-218853号公報を採用することができる。

【0027】これは、鋼板の電磁的性質を利用して鋼板を走行させながら連続的にその結晶粒度を測定する方法であって、鋼板磁化時に発生するバルクハウゼン雑音に起因する信号の鋼板速度依存性と、鋼板の透磁率に起因する信号の鋼板速度依存性の差異を元に、バルクハウゼン雑音信号を透磁率信号のべき乗数で除することにより当該鋼板の結晶粒度を測定する方法である。

【0028】本実施例に用いる結晶粒度測定装置8においては、図6に示すように、走行する薄鋼板Sを挟んで電磁石56と検出コイルよりなるセンサ57が設けられており、前記電磁石56は、コイル56aとヨーク56bとにより構成し、そのコイル56aには増幅器58を介して発進器59によって発進された交流電流を流すようになっている。前記センサ57の出力は、ローパスフィルタ60とハイパスフィルタ61に加えられるが、ここでセンサ57の出力信号の中で、ローパスフィルタ60を通過した低周波数側出力は励磁周波数およびその n 次高周波の波形となり、薄鋼板Sを透過する磁束に比例するため薄鋼板Sの透磁率に起因する信号 S_1 である。一方、ハイパスフィルタ61を通過した高周波側出力はバルクハウゼン雑音の波形を示し、そのバルクハウゼン雑音に起因する信号 S_2 である。

【0029】それぞれローパスフィルタ60およびハイパスフィルタ61を通過した信号、 S_1 、 S_2 は、一方は電圧計62を介して演算器65に加えられ、他方は増幅器63とカウンタ64を介して演算器65に加えられる。そして、前記信号 S_1 は薄鋼板Sの透過磁束量 B_t 、一方信号 S_2 はバルクハウゼン雑音 BNV として、演算器65において、透過磁束量 B_t を適宜指数でべき乗し、この値でバルクハウゼン雑音 BNV を除するものである。この演算結果と結晶粒度の関係は反比例の関係にあり、したがって上記演算結果から結晶粒度が測定できる。

【0030】 r 値測定装置7および結晶粒度測定装置8により、薄鋼板Sの r 値および結晶粒度がオンライン測定されると、それら測定値が前述の信号処理装置15および演算器65を含む演算処理装置9に入力され、 r 値に結晶粒度が加味され、 r 値が補正されて、実際の r 値にほぼ近づけられる。

【0031】また、演算処理装置9では、図3のように、 r 値の管理レンジを設定しておき、その値を超える場合には、補正した r 値をフィードバックさせ、オフラ

インまたは経験から予め求めて設定しておいた加熱速度・加熱時間および冷却速度を調節器10により変化させて制御を行うものである。

【0032】一般には、低炭素鋼では、加熱帯4の加熱温度上昇で r 値が向上するが、鋼種によっては、冷却速度をコントロールする方が好ましいものもあるので、鋼種により制御態様を適宜選択するのが好ましい。

【0033】本実施例においては、薄鋼板の塑性歪比と結晶粒度をオンラインで測定し、オンライン測定した塑性歪比をオンライン測定した結晶粒度を加味して補正し、この補正した塑性歪比をフィードバックさせて、加熱時間・加熱速度および冷却速度を制御したが、それほど高品質性が要求されない場合には、 r 値測定装置7のみを設けて、 r 値を測定し、図3に示すように、管理レンジを設定しておき、管理レンジを超える場合には、その測定した r 値をフィードバックさせて制御するようにしてもよいし、結晶粒度測定装置のみを設け、結晶粒度を測定し、上記と同様の方法で制御してもよい。

【0034】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、薄鋼板の組成や前工程条件の影響を最小限度に抑制し、製造された薄鋼板の特性値のバラツキをなくすことができ、狙い通りの深絞り性を有する薄鋼板を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の温度制御方法の一実施例を示す連続焼鈍ラインの概要図である。

【図2】オンライン r 値計の測定値と実際の r 値との関係を示す図である。

【図3】オンライン r 値計の測定値と制御方法の関係を示す図である。

【図4】 r 値測定装置における探触子を示す斜視図である。

【図5】本実施例に用いる r 値測定装置を示す概要図である。

【図6】本実施例に用いる結晶粒度測定装置を示す概要図である。

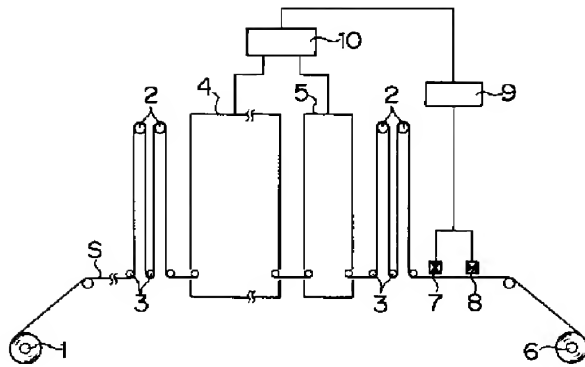
【図7】 r 値と限界絞り比の関係を示す図である。

【図8】 r 値と焼鈍温度の関係を示す図である。

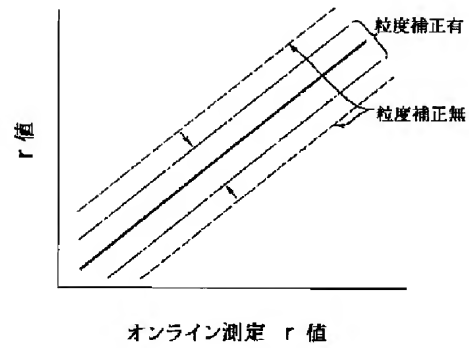
【符号の説明】

- 4 加熱帯
- 5 冷却帯
- 7 r 値測定装置
- 8 結晶粒度測定装置
- 9 演算処理装置
- 10 温度調節器
- S 薄鋼板

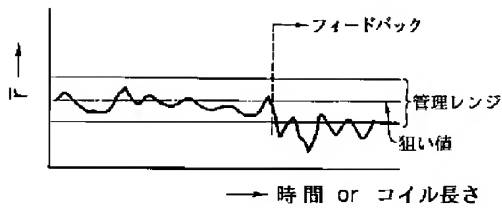
【図1】



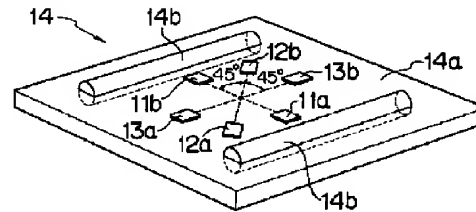
【図2】



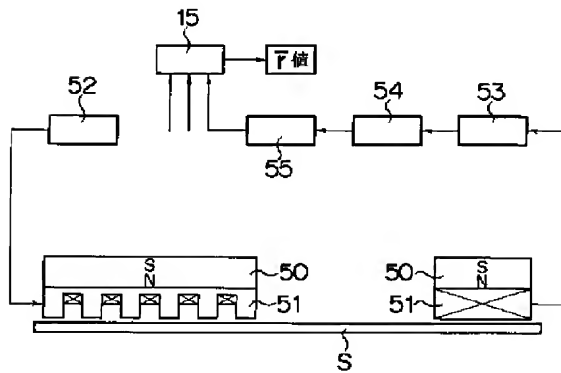
【図3】



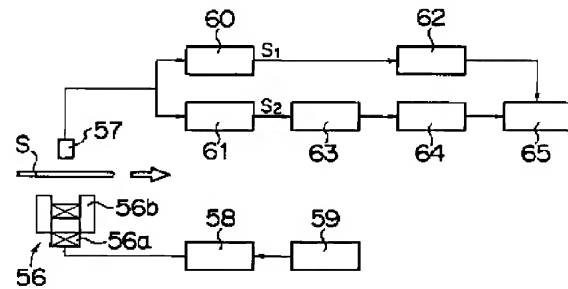
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

